

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Neven Kraljić

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Dorian Marjanović, dipl. ing.

Student:

Neven Kraljić

Zagreb, 2013.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Dorianu Marjanoviću na pruženoj pomoći i savjetima. Također zahvaljujem svojoj djevojci Ivani na podršci i na pokojem savjetu prilikom pisanja završnog rada.

Neven Kraljić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
 Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
 procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Neven Kraljić**

Mat. br.: 0035164574

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Terenska invalidska kolica**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Off road wheelchair**

Opis zadatka:

Invalidska kolica proizvode se u brojnim izvedbama prilagođenim različitim namjenama obzirom na dob korisnika, stupanj i vrstu invaliditeta, korištenje u zatvorenim ili otvorenim prostorima, vrsti pogona, profesionalno ili individualno korištenje i načinu upotrebe. Za potrebe invalida sportaša proizvode se posebne izvedbe kolica.

I pored navedenih raznolikosti terenska kolica koje omogućuju kretanje izvan tvrdih, izgrađenih podloga nisu dio standardne ponude vodećih proizvođača invalidskih kolica. „Terenska“ invalidska kolica trebaju omogućiti korisnicima kretanje u prirodi tj. izvan izgrađenih prostora.

U radu je potrebno:

- Analizirati situaciju na tržištu invalidskih kolica za neravne terene i ekstremne sportove.
- Analizirati potrebe ciljane grupe korisnika.
- Definirati zahtjeve i izraditi tehničku specifikaciju za razvoj terenskih kolica.
- Metodičkom razradom obuhvatiti različita konceptualna rješenja kolica.
- Tehno-ekonomskom analizom odabrati projektno rješenje.
- Odabrano projektno rješenje razraditi uz uporabu standardnih dijelova i sklopova, te s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova. Posebnu pažnju obratiti na ergonomske karakteristike, transportabilnost i stabilnost kolica te sigurnost korisnika pri korištenju kolica.
- Izraditi računalni 3D model i tehničku dokumentaciju kolica.

Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

16. studenog 2012..

Zadatak zadan:

Prof.dr.sc Dorijan Marjanović

Rok predaje rada:

1. rok: 15. veljače 2013.

2. rok: 11. srpnja 2013.

3. rok: 13. rujna 2013..

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 27., 28. veljače i 1. ožujka 2013.

2. rok: 15., 16. i 17. srpnja 2013.

3. rok: 18., 19., i 20. rujna 2013.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VII
1. UVOD.....	1
2. ANALIZA TRŽIŠTA	2
2.1. Hrvatsko tržište	2
2.1.1. Tvrtka Otto Bock Adria d.o.o	2
2.1.2. Tvrtka Famax d.o.o	4
2.2. Strano tržište	6
2.2.1. Tvrtka Proactiv.....	6
2.2.2. Tvrtka Trekinetic.....	8
2.3. Patenti.....	10
2.3.1. Broja patenta: US 7934740 B2	10
2.3.2. Broj patenta: US 20130187355 A1	11
2.3.3. Broj patenta: US 20060181051 A1	12
3. ANALIZA POTREBA KORISNIKA	13
4. NAČELA KONSTRUIRANJA INVALIDSKIH KOLICA	15
4.1. Osnovni dijelovi invalidskih kolica i njihove funkcije	16
4.1.1. Okvir	16
4.1.2. Sjedalo i jastuk	17
4.1.3. Naslon za leđa	18
4.1.4. Oslonac za noge	18
4.1.5. Rukohvati	19
4.1.6. Kočnice	19
4.2. Performanse kolica.....	21
4.3. Trajnost i izdržljivost kolica	24
5. GENERIRANJE KONCEPTA.....	26
5.1. Funkcijsko modeliranje proizvoda.....	26
5.2. Morfološka matrica	26
5.3. Koncept	28
6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA.....	30
6.1. Odabir standardnih dijelova	30
6.2. Proračun	30
6.2.1. Moment i sile u kotačima.....	30
6.2.2. Moment i sile u osovinu.....	31
6.2.3. Odabir ležaja	31
6.2.4. Kut i visina prevrtanja.....	32

6.3. Konstrukcija okvira invalidskih kolica	33
6.4. Polužni mehanizam za kretanje.....	33
6.5. Konačno rješenje terenskih invalidskih kolica.....	34
7. ZAKLJUČAK.....	36
LITERATURA.....	37
PRILOZI.....	38

POPIS SLIKA

Slika 1. Avantgarde 3 CS [1]	2
Slika 2. Ventus [2].....	3
Slika 3. ZX1 1.360 [3].....	4
Slika 4. XR 1. 911 [4]	5
Slika 5. Speedy 4basket [5]	6
Slika 6. Traveler [6]	7
Slika 7. Trekinetic K-2 [7]	8
Slika 8. Trekinetic GT- 3 [8].....	9
Slika 9. Terenska kolica s amortizerima [9].....	10
Slika 10. Detalj disk kočnice [9]	10
Slika 11. Detalj amortizeri [9].....	10
Slika 12. Aktivna invalidska kolica [10]	11
Slika 13. Pogled sa stražnje strane [10].....	11
Slika 14. Pogled s bočne strane [10]	11
Slika 15. Prilagodljiva kolica [11].....	12
Slika 16. Bokocrt prilagodljivih kolica [11].....	12
Slika 17. Tlocrt prilagodljivih kolica [11].....	12
Slika 18. Osnovni dijelovi ručnih kolica	16
Slika 19. Čvrsti okvir	16
Slika 20. Sklopivi okvir.....	17
Slika 21. Oslonac za noge [13].....	19
Slika 22. Disk kočnica [15]	20
Slika 23. Ručna kočnica [14]	20
Slika 24. Pomoćni kotači [12].....	21
Slika 25. Prikaz utjecaja zakošenih kotača na stabilnost [12].....	22
Slika 26. Projekcijski prikaz koncepta	28
Slika 27. Izometrijski prikaz kocepta	29
Slika 28. Raspodjela sila	30
Slika 29. Dimenzije ležaja.....	32
Slika 30. Kut i visina pretvrtanja.....	32
Slika 31. Okvir invalidskih kolica.....	33
Slika 32. Polužni mehanizam za kretanje.....	33
Slika 33. Konačno rješenje.....	34

POPIS TABLICA

Tablica 1. Osnovni tehnički podaci o modelu Avantgarde 3 CS [1].....	3
Tablica 2. Osnovni tehnički podaci o modelu Ventus [2].....	3
Tablica 3. Osnovni tehnički podaci o modelu ZX1 1. 360 [3].....	4
Tablica 4. Osnovni tehnički podaci o modelu XR 1. 911 [4].....	5
Tablica 5. Osnovni tehnički podaci o modelu Speedy 4basket [5]	7
Tablica 6. Osnovni tehnički podaci o modelu Traveler [6].....	8
Tablica 7. Osnovni tehnički podaci o modelu Trekinetic K-2 [7]	9
Tablica 8. Obrazac za intervjuiranje korisnika.....	13
Tablica 9. Morfološka matrica	27
Tablica 10. Specifikacije terenskih kolica.....	35

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

NK-2013-00 Terenska invalidska kolica

NK-2013-01 Nosiva konstrukcija

NK-2013-02 Pogonski sklop

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
<i>a</i>	m/s^2	Duljina zavara
<i>A</i>	mm^2	Površina
<i>d</i>	mm	Promjer
<i>F</i>	N	Sila
<i>g</i>	m/s^2	Ubrzanje sile teže
<i>h</i>	mm	Visina
<i>l</i>	mm	Duljina
<i>m</i>	kg	Masa

SAŽETAK

Predmet završnog rada su terenska invalidska kolica. Na samom početku rada nalazi se sažeta analiza stranog i hrvatskog tržišta invalidskih kolica te prikaz nekoliko patenata koji su uzeti u razmatranje prilikom konstruiranja terenskih invalidskih kolica. U radu se nalazi presjek modela i namjena invalidskih kolica s analizom njihovih sastavnih komponenti, uz poseban naglasak na terenska invalidska kolica. Središnja ideja rada konstruiranja je invalidskih kolica namijenjenih ciljanoj grupi korisnika, u ovom slučaju aktivnih invalida koji se bave sportom ili vole boravak u prirodi gdje susrećemo neravne terene. Uzimajući u obzir funkcijsko modeliranje proizvoda i morfolšku matricu nastaje koncept iz kojeg na kraju proizlazi projektno rješenje terenskih invalidskih kolica prikazano u računalnom 3D modelu i upotpunjenom tehničkom dokumentacijom.

Ključne riječi: korisnik; kolica; terenska; konstruiranje; analiza

1. UVOD

Invalidnost danas nije bauk kao što je bilo prije šezdestak godina kada su fizički onespособljeni ljudi bili na margini društvenog kruga. Invalidnost se stoga danas može promatrati kroz socijalnu, kao i medicinsku vizuru, ali pri uključivanju invalidnih osoba u normalan život veliku ulogu imaju i inženjeri s raznih područja.

Zasigurno je da invalidi danas imaju puno kvalitetniji i aktivniji život nego prije, zahvaljujući dostignućima na području tehnologija i dizajna. Na taj način i osobe koje bi bile osuđene na potpunu pasivnost, imaju priliku živjeti uz minimalna ograničenja. Budući da su invalidi osobe s tjelesnim, osjetilnim ili mentalnim oštećenjem, kao takve one ne mogu voditi samostalan život, nego su im potrebna razna pomagala. Danas postoje razna pomagala poput raznih prilagođenih vozila, računala, ali vjerojatno najpoznatije pomagalo još uvijek su invalidska kolica, čija primjena seže još u 17. stoljeće.

Invalidska kolica su po definiciji ortopedsko pomagalo namijenjeno osobama s ograničenom pokretljivošću. Postoji mnogo modela invalidskih kolica, od klasičnih ručnih do modernih motoriziranih. Medicinske indikacije za propisivanje invalidskih kolica su mnogobrojne i variraju od paraplegije i parapareze (oduzetost donjih ekstremiteta), tetraplegije i tetrapareze (oduzetost gornjih i donjih ekstremiteta), do hemiplegije i hemipareze (oduzetost ruke i noge sa iste strane tijela).

Često se o invalidskim kolicima ne razmišlja, dok god nismo prisiljeni sagledati njihove prednosti i nedostatke bilo onda kad zatrebaju nama ili bližnjima, bilo sa stajališta nas kao inženjera konstruktora. Sa takvih stajališta vjerojatno ćemo vidjeti kako je nedostataka kolica zaista mnogo, no jedan od bitnih, možda i najbitnijih problema je neprilagođenost kolica za neravne terene i prepreke na putu. Naime, danas srećemo veliki broj aktivnih invalida, čak i onih koji se bave sportom, ali i onih koji jednostavno vole boravak u prirodi gdje se susreću sa preprekama poput kamenja, mekanog tla, vlage, uzbrdica i nizbrdica. Za takve aktivne invalide potrebna su posebno konstruirana terenska kolica, čijim konstruiranjem, funkcionalnošću i namjenom ću se baviti u ovom radu. Velika poteškoća s kojom sam se susreo je nedostatak takve vrste kolica na našem tržištu, što je iziskivalo analizu stranih tržišta kao i analizu zastupničkog tržišta u Hrvatskoj. Kao budući inženjer konstruktor napravio sam prijedlog poboljšanja terenskih kolica kao i njihovu sveukupnu analizu uzimajući u obzir dostupne informacije o zahtjevima i potrebama postojećih korisnika kolica.

2. ANALIZA TRŽIŠTA

Proces razvoja proizvoda započinje fazom istraživanja i analize tržišta. Ova faza podrazumijeva pronalazak već postojećih sličnih proizvoda i patenata te prikupljanje podataka od potencijalnih kupaca i korisnika ovog proizvoda. Analizu postojećih sličnih proizvoda potrebno je provesti kako bi se utvrdilo kakvi se proizvodi nude kupcima. Također, korisna je i radi razrade i poboljšavanja već postojećih ideja te kako se ne bi konstruirao proizvod koji se već nudi na tržištu.

2.1. Hrvatsko tržište

U Republici Hrvatskoj ne postoji tvrtka koja je specijalizirana za konstruiranje i izradu invalidskih kolica, već su sve tvrtke isključivo zastupničke. Analizom hrvatskog tržišta dolazimo do spoznaje da mnogo tvrtki veoma sličnu, ako ne i jednaku ponudu. Stoga ću navesti nekoliko tvrtki i izdvojiti iz njihove ponude nekoliko aktivnih invalidskih kolica.

2.1.1. Tvrtka Otto Bock Adria d.o.o

Otto Bock Adria d.o.o. dio je koncerna Otto Bock-a i nadležna je za tržište Hrvatske i jugoistočne Europe. Njihova ponuda obuhvaća cjelokupni program ortopedskih pomagala, između ostalog i aktivna invalidska kolica.

Neka od kolica iz njihove ponude su:

Avantgarde 3 CS model



Avantgarde 3 CS kolica su pokretljiva i upravljiva te omogućavaju korištenje u najužim prostorima. Kolica su kompaktnih vanjskih dimenzija, vrlo stabilne konstrukcije, zatvorenog prednjeg okvira s ugrađenim osloncem za stopala. Okvir je od aluminijskih cijevi, duple škar. Ima zatvorenu prednju vilicu s integriranim osloncem za stopala. [1]

Slika 1. Avantgarde 3 CS [1]

Tablica 1. Osnovni tehnički podaci o modelu Avantgarde 3 CS [1]

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	140 kg
Težina	oko 11 kg
Širina sjedišta	320 – 500 mm
Dubina sjedišta	360 – 520 mm
Visina leđa	250 – 500 mm

Ventus model

Ventus kolica su krute konstrukcije namijenjena aktivnim korisnicima. Stabilna su prilikom svakodnevnog korištenja, kvalitetna i funkcionalna, minimalne težine te atraktivnog dizajna. Lagane su konstrukcije, okvir ima 8 kg, a ukupna težina modela 400 x 400 mm oko 11 kg. Preklapanjem naslona za leđa i jednostavnim skidanjem pogonskih kotača, kolica su prikladna i za transport. Okvir je aluminijski čvrste konstrukcije. [2]

Slika 2. Ventus [2]**Tablica 2. Osnovni tehnički podaci o modelu Ventus [2]**

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	100 kg
Težina	oko 11 kg
Širina sjedišta	300 – 500 mm
Dubina sjedišta	300 – 500 mm
Visina leđa	250 – 500 mm

2.1.2. Tvrtka Famax d.o.o

Tvrtka FAMAX zastupa njemačku tvrtku MEYRA-ORTOPEDIA koja je svjetski poznata i cijenjena kompanija za rehabilitacijska pomagala. Ponuda obuhvaća cjelokupni program ortopedskih pomagala između ostalog i invalidska kolica. Također nude uslugu servisa svih pomagala i sve oblike savjetovanja pri kupnji i korištenju istih.

Neka kolica iz njihove ponude su:

ZX1 1. 360 model



Inovativni koncept okvira kolica omogućava sklopiva invalidska kolica s karakteristikama kolica s čvrstim okvirom. Zavaren okvir omogućava maksimalnu stabilnost uz minimalnu težinu. [3]

Slika 3. ZX1 1.360 [3]

Tablica 3. Osnovni tehnički podaci o modelu ZX1 1. 360 [3]

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	120 kg
Težina	oko 9 kg
Širina sjedišta	340 – 500 mm
Dubina sjedišta	380 – 480 mm
Visina leđa	250 – 450 mm

XR 1. 911 model**Slika 4. XR 1. 911 [4]**

XR 1. 911 su aktivna invalidska kolica na granici između čvrstog i sklopivog okvira. Kompaktne dimenzije i minimalne težine pogodna su za aktivan odmor i putovanja. Okvir je aluminijski visoke čvrstoće i izdržljivosti. [4]

Tablica 4. Osnovni tehnički podaci o modelu XR 1. 911 [4]

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	120 kg
Težina	oko 9 kg
Širina sjedišta	340 – 500 mm
Dubina sjedišta	380 – 480 mm
Visina leđa	250 – 450 mm

2.2. Strano tržište

2.2.1. Tvrtka Proactiv

Proactiv je njemačka tvrtka koja je na tržištu više od 24 godine, a poznata je po proizvodnji invalidskih kolica i ručnih bicikala. Tvrtka nudi mnoga kolica za aktivne invalide, kao što su kolica za sportove poput košarke, tenisa i badmintona.

Neka od kolica iz njihove ponude su:



Slika 5. Speedy 4basket [5]

Speedy 4basket model

Speedy 4basket kolica su namijenjena košarkašima, dakle sportska kolica. Njihova specifična konstrukcija i strogi dizajn kombiniraju lako okretanje i brzinu reakcije, te ubrzanje i visoku brzinu kretanja sa modernim izgledom. Ovo sportsko pomagalo odolijeva svim pozicijama na košarkaškom terenu. Cjelokupno sjedište sačinjeno je od jedne aluminijske cijevi prilagođeno individualnim mjerama, što dovodi do velike uštede na težini kolica. Neke od posebnosti

ovih kolica su okvir izrađen po mjeri, gotovo savršena konverzija mišićne snage u pokrete, izvrsna lakoća upravljanja zahvaljujući kraćim prednjim vilicama, kao i pravilno raspoređena težina, raznolikost oslonaca za noge (prema potrebi), ergonomski dizajn naslona za leđa i još mnoge druge. [5]

Tablica 5. Osnovni tehnički podaci o modelu Speedy 4basket [5]

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	do 120 kg
Težina	oko 7.8 kg
Širina sjedišta	po mjeri
Dubina sjedišta	po mjeri
Materijali	Aluminij, premaz protiv ogrebotina i za visoki sjaj

Traveler model**Slika 6. Traveler [6]**

Traveler kolica nude visoku učinkovitost u svakodnevnoj upotrebi kao i minimalne transportabilne mjere, što omogućava invalidima i lako samostalno rukovanje i prijevoz kolica, bez potrebne dodatne pomoći. Potpuno sklopljena stanu čak i u sportsku torbu, što je praktično recimo prilikom putovanja avionom. Traveller kolica su lako-trkaća kolica koja nude maksimalnu mobilnost, te ekstremnu otpornost na torzije, kombinirano sa visoko kvalitetnim sklapajućim mehanizmom. Posebne specifikacije koje ova kolica čine praktičnima je naslon za leđa sa 7 prilagođavajućih visina, sužavanje u širinu što omogućava prolaz kroz uske prolaze, a posebno okviri i ostale mjere napravljene za svakog korisnika individualno. [6]

Tablica 6. Osnovni tehnički podaci o modelu Traveler [6]

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	do 150 kg
Težina	od 10.5 kg
Širina sjedišta	po mjeri
Dubina sjedišta	po mjeri
Materijali	Čvrsti aluminij

2.2.2. Tvrtka Trekinetic

Trekinetic tvrtka engleski je proizvođač svakodnevnih i terenskih kolica visoke kvalitete na ručni ili motorni pogon.

Neka od terenskih kolica iz njihove ponude su:

Trekinetic K-2 model

**Slika 7. Trekinetic K-2 [7]**

Trekinetic K-2 terenska su kolica lagane mase načinjena od karbonskih vlakana. To omogućava iznimnu udobnost i potporu zbog svog ergonomskog dizajna. Posebnost ovih kolica čine kotači smješteni sprijeda jer je na taj način propulzija kotača lakša zbog horizontalnog položaja iz kojeg se kotači odguruju, uz veliku potporu na leđima. Kotači smješteni sprijeda olakšavaju i prelazak preko prepreka što ova kolica čini dobrim terenskim kolicima. Također, kolica su opremljena trima kotačima sa pneumatskim gumama, pojasom za vezanje, držačem boce za vodu itd. [7]

Tablica 7. Osnovni tehnički podaci o modelu Trekinetic K-2 [7]

OSNOVNI TEHNIČKI PODACI	
Maksimalno opterećenje	do 115 kg
Težina	oko 15 kg
Širina sjedišta	400 – 480 mm
Dubina sjedišta	350 – 500 mm
Materijali	Sjedalo od karbonskih vlakana

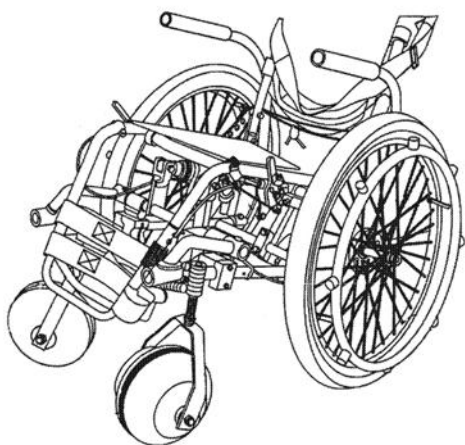
Trekinetic GT- 3 active sport pro model**Slika 8. Trekinetic GT- 3 [8]**

Trekinetic GT-3 active sport pro aktivna su sportska kolica s tri kotača s rukohvatima koji se pomiču unatrag. Slično kao i K-2 modelu, ova kolica imaju pojas za krilo, bočicu za vodu, ali i plinski amortizer što ova kolica čini veoma poželjnima. Specifikacije su im slične kao i modelu K-2, ali je važno napomenuti kako su oba modela izuzetno visoke cijene. [8]

2.3. Patenti

Patent je isprava kojom se zaštićuje isključivo pravo korištenja nekog izuma. On osigurava vlasniku isključivo pravo na izradu, korištenje, stavljanje u promet ili prodaju izuma zaštićenog patentom. Iz tog razloga potrebno je provesti analizu patenata prilikom razvoja novog proizvoda kako se ne bi koristilo tehničko rješenje koje je već patentirano. Ako se želi koristiti nečiji patent potrebno je imati licencu. Patenti prikazani u nastavku uzeti su u razmatranje prilikom konstruiranja terenskih invalidskih kolica.

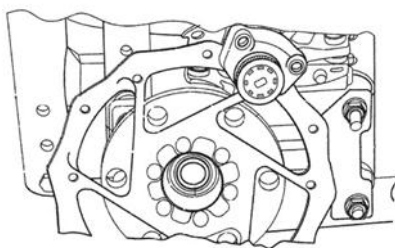
2.3.1. Broja patenta: US 7934740 B2



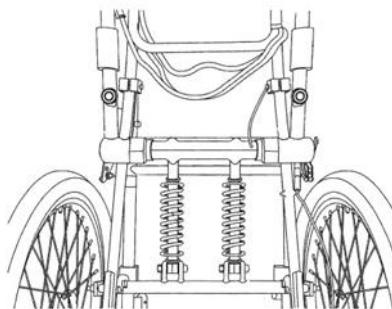
Slika 9. Terenska kolica s amortizerima [9]

Ovaj izum se sastoji od lako odvojivih kotača što omogućava laku zamjenu kotača. Disk-kočnice omogućavaju bolje kočenje i zaustavljanje kolica zbog dvostrukog sustava kočenja. Izvedba invalidskih kolica na grubim ili strmim terenima može podići prednji dio kolica tako da se sjedište prevrne unatrag. Manji kotač na stražnjem dijelu kolica može se postaviti za stabiliziranje invalidskih kolica na

grubim ili strmim terenima. Stabiliziranje na prednjoj strani omogućuje invalidskim kolicima na stražnjoj strani da izbjegnu pijesak ili druge prepreke bez suočavanja sa problemom standardnih uskih kotača koja ostavljaju brazde i rupe te su tako sklona zaglaviti na terenu.

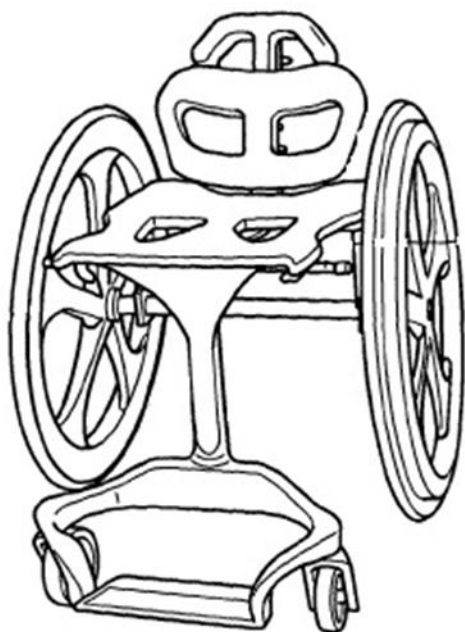


Slika 10. Detalj disk kočnice [9]



Slika 11. Detalj amortizeri [9]

2.3.2. Broj patenta: US 20130187355 A1

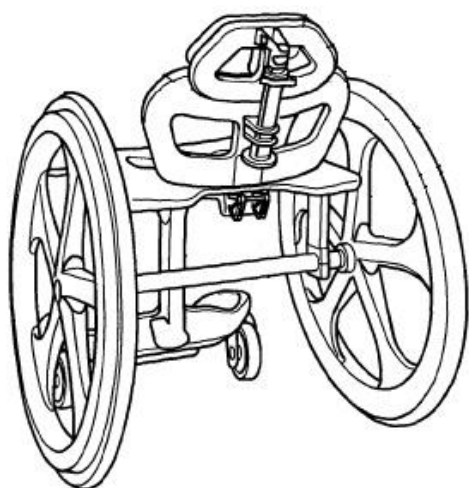


Slika 12. Aktivna invalidska kolica [10]

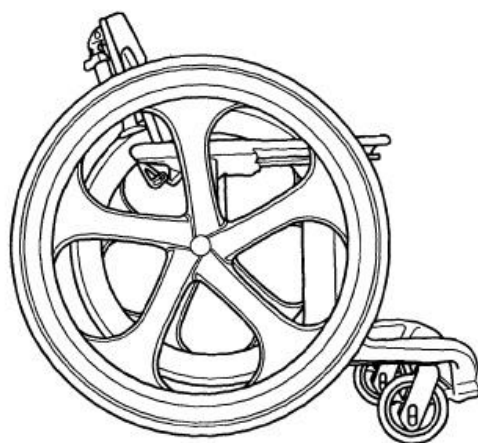
Baza za sjedenje nadovezuje se na prilagodljivi naslon za sjedenje. I jedno i drugo mogu biti napravljeni od karbonskih vlakana. Također, na prednjim stranama oslonaca za noge nalazi se jedna ili više dioda koje osvjetljavaju tlo u mraku. [10]

Kolica imaju osnovicu za sjedalo, prednji nosač kao dio okvira Y oblika, prednji oslonac za noge i glavne kotače. Prednji nosač postavljen je na prednjem dijelu baze sjedala, a njegova pozicija ne mora biti smještena odmah ispred središnje točke baze sjedala nego može biti smještena i na trećini ili četvrtini baze sjedala. Prednji oslonac za noge može imati jedan ili dva prednja kotača. Sjedalo je podupirano glavnim kotačima i prednjim nosačem koji se nastavlja na oslonac za noge. Ova kolica su poduprta na četiri točke, dvama glavnim kotačima i dvama manjim prednjim kotačima.

Baza za sjedenje nadovezuje se na prilagodljivi naslon za sjedenje. I jedno i drugo mogu biti

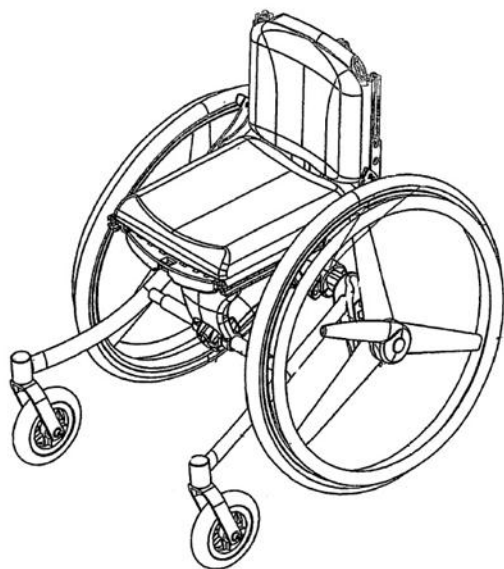


Slika 13. Pogled sa stražnje strane [10]



Slika 14. Pogled s bočne strane [10]

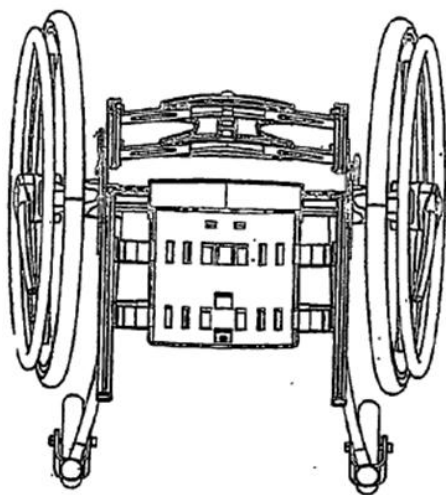
2.3.3. Broj patenta: US 20060181051 A1



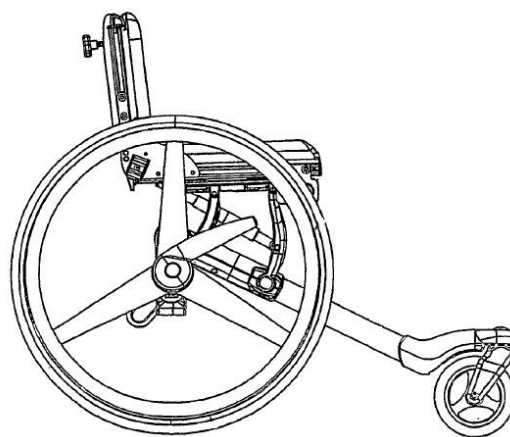
Slika 15. Prilagodljiva kolica [11]

osovina također ima mogućnost proširivanja što odgovara zahtjevu za širim kolicima tamo gdje je to potrebno i kada je potrebno.

Ova kolica prikladna su za osobe kojima je tijekom vremena potrebna prilagodba mjera kolica. Stoga su takva kolica izvrsna za djecu, ali primjenjiva i na odrasle. Prilagodba ponajviše visine ovih kolica temelji se na središnjem kosom nosaču s rupama koji određuje koliko će okvir kolica i sjedalo biti udaljeni od tla, te kako se visina osobe mijenja, tako se okvir sjedala postavlja na višu razinu na nosaču što omogućuje veću udaljenost od tla. Okvir kolica u ovom slučaju ima triangularni oblik koji se sastoji od dva glavna kotača i jednog prednjeg koji se nalazi na prednjoj strani nosača s rupama. Horizontalna



Slika 17. Tlocrt prilagodljivih kolica [11]



Slika 16. Bokocrt prilagodljivih kolica [11]

3. ANALIZA POTREBA KORISNIKA

Nakon što smo istraživanjem analizirali postojeće proizvode i patente koji ograničavaju budući proizvod s aspekta tehničke inovacije, sljedeći korak je analiza potreba kupaca. Pronalaženje potreba kupca započinje prikupljanjem potrebnih podataka u interakciji s kupcem, zatim interpretiranjem prikupljenih podataka u jasno definirane potrebe, organizaciju i svrstavanjem potreba u podskupine i definiranje važnosti prikupljenih podataka.

Prikupljanje podataka od kupaca može se postići intervjuiranjem, upitnicima ili fokus grupama. U ovom slučaju koristi se metoda intervjuja. Intervjuirano je četiri osobe s invaliditetom, tri muškarca i jedna žena životne dobi u rasponu od 20 do 30 godina. Jedan od njih korisnik je elektromotornih, a ostali standardnih ručnih kolica. Nitko od njih ne bavi se aktivnostima poput sporta, ali susreću se gotovo svakodnevno s problemom neravnih i neprilagođenih terena.

Tablica 8. Obrazac za intervjuiranje korisnika

PREPOZNAVANJE POTREBA INTERVJUIRANJE KORISNIKA/KUPACA	Naziv projekta: Terenska invalidska kolica		Datum: 6.2013
Tip korisnika:	Korisnik:		Intervjuirao:
Pitanje:	Odgovor korisnika:	Interpretacija potrebe:	Važnost:
Tipičan način korištenja proizvoda?	<ul style="list-style-type: none"> ● Omogućava mi kretanje. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kolica moraju nadomjestiti korisniku nemogućnost kretanja. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ključno
Što voli na postojećem proizvodu?	<ul style="list-style-type: none"> ● Jednostavna upotreba 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jednostavna konstrukcija omogućava lakše rukovanje. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ključno
	<ul style="list-style-type: none"> ● Dizajn 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ergonomski dizajn koji odgovara korisnikovim potrebama i zdravstvenom stanju. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ključno
	<ul style="list-style-type: none"> ● Izdržljivost kolica 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dijelovi kolica trebaju biti napravljeni od što kvalitetnijih materijala uz primjenu odgovarajućih tehnologija. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ključno
	<ul style="list-style-type: none"> ● Stabilnost kolica 	<ul style="list-style-type: none"> ● Konstrukcija mora omogućiti sve stabilnosti (statička, dinamička, prednja, stražnja, bočna). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ključno
	<ul style="list-style-type: none"> ● Lako sklapanje 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kolica moraju biti transportabilna. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jako poželjno

Što ne voli na postojećem proizvodu?	<ul style="list-style-type: none"> ● Neudobnost nakon dužeg korištenja ● Nemogućnost prelaska preko zapreka (neravnine, pukotine, blato...) ● Umor nakon dužeg korištenja ● Visoka cijena 	<ul style="list-style-type: none"> ● Potreba za korištenjem udobnijeg sjedala i jastuka. ● Potreba za drugim tipom i konstrukcijom kotača. ● Potreba za drugačijim pokretačkim pogonom. ● Potreba za izradom kvalitetnih kolica po pristupačnoj cijeni. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jako poželjno ● Jako poželjno ● Jako poželjno ● Jako poželjno
Prijedlog poboljšanja postojećeg proizvoda?	<ul style="list-style-type: none"> ● Udobnije sjedalo ● Lakše i jednostavnije upravljanje ● Prilagođenost kolica neravnim i nepristupačnim terenima ● Niska cijena 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ergonomski dizajn ● Novi pokretački pogon ● Novi tip i konstrukcija kotača ● Ravnoteža između kvalitete i cijene 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jako poželjno ● Jako poželjno ● Ključno ● Jako poželjno

Karakteristike terenskih invalidskih kolica definirane prema potrebama i željama ciljane grupe korisnika su sljedeće:

- prilagođenost kretanja po neravnim terenima
- manje snage potrebno za kretanje
- jednostavna za upotrebu
- visok stupanj stabilnosti i izdržljivosti
- mogućnost transportabilnosti
- ergonomski dizajn
- visoka kvaliteta izrade po pristupačnoj cijeni

4. NAČELA KONSTRUIRANJA INVALIDSKIH KOLICA

Cilj konstruiranja standardnih ručnih invalidskih kolica je proizvesti kolica koja su funkcionalna i koja pružaju adekvatnu potporu za sjedenje bez utjecaja na snagu, izdržljivost i sigurnost. Kako bi se to postiglo potrebna je komunikacija i aktivno surađivanje kako vladinih organa, tako i proizvođača, inženjera, konstruktora i samih korisnika kolica.

Vlasti su te koje razvijaju i usvajaju nacionalne standarde za kolica koji su primjenjivi na sva kolica u zemlji, bilo ona lokalno proizvedena ili uvezena.

Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) razvila je međunarodne standarde za kolica, poznate i kao ISO 7176 serija. Ova serija određuje terminologiju i testne metode za procjenu svojstava i izvedbe, veličine, trajnosti, izdržljivosti i sigurnosti invalidskih kolica.

Svi zahtjevi u ISO 7176 seriji ne mogu biti primjenjivi na specifične slučajeve, isto kao što su neki zahtjevi smišljeni tako da bi simulirali samo uvjete u gradskim okruženjima sa izgrađenim i ravnim terenima. Stoga je pri razvijanju nacionalnih standarda važno u obzir uzeti okoliš, odnosno teren po kojem bi se kolica trebala kretati, težinu i tjelesne mjere korisnika, karakteristične namjene, dostupnost kolica i dostupnost tehnologija unutar države.

4.1. Osnovni dijelovi invalidskih kolica i njihove funkcije

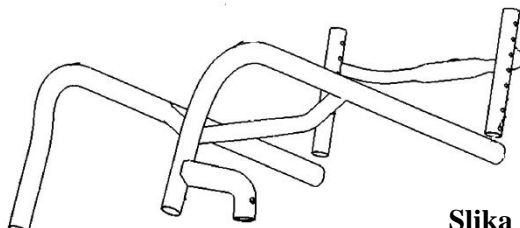


Slika 18. Osnovni dijelovi ručnih kolica

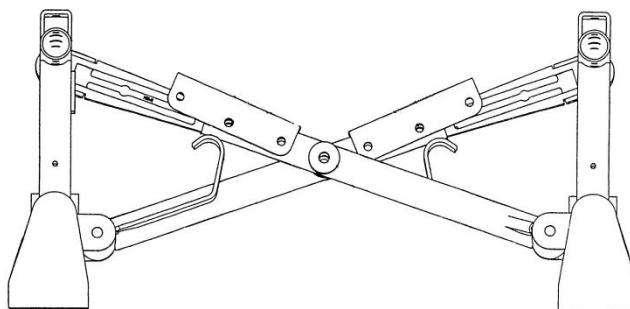
4.1.1. Okvir

Kostur kolica čini njegov okvir koji zavisno od materijala i oblika definira kako težinu kolica tako i njihovu transportabilnost i lakoću manevriranja. Mnoga kolica imaju okvir koji podupire sjedalo u obliku kutije, ako se gleda s boka, što znači postojanje križnih struktura i sklopova. No postoje i kolica koja su izrađena na principu konzole, što znači da ne postoje križne strukture između pojedinih dijelova nosača, odnosno okvir čini „Y“ oblik.

S obzirom na fleksibilnost kolica, okvire dijelimo na čvrste i sklopive. Kod čvrstih okvira, koji su zavareni, sklapa se naslon za leđa što ovakvim kolicima omogućava transport, dok kod sklopivih okvira, koji sadrže pomične sklopove, transport omogućava „X“ mehanizam. Budući da sklopivi okvir ima više pomičnih elemenata, to ga čini manje trajnijim i izdržljivijim od čvrstog okvira. [12]



Slika 19. Čvrsti okvir

**Slika 20. Sklopivi okvir**

4.1.2. *Sjedalo i jastuk*

Sjedalo se smatra sastavnim dijelom svakih kolica. Osobe s oštećenjima ležne moždine ili sa sličnim stanjima, trebaju sjedalo koje će im olakšati potporu i spriječiti dekubitus (*dekubitus* = bolest je koja nastaje pritiskom na određeni dio tijela ležanjem ili sjedenjem). Prema tipu sjedala postoje čvrsta sjedala i sjedala sa remenjem. Sjedala s remenjem napravljena su od fleksibilnih materijala, poput platna ili vinila, dok su čvrsta sjedala napravljena od manje fleksibilnih materijala, kao što su vuna, plastika ili metal. No, i pri izradi čvrstih sjedala, a i onih s remenjem, treba paziti na kvalitetu materijala, jer to može dovesti i korisnikovo zdravlje u pitanje budući da je nekvalitetan materijal podložan pucanju i rastezanju što onemogućava pravilnu potporu tijela.

Sjedala bi trebala imati ravnu neisprekidanu površinu bez ikakvih ulegnuća koja bi mogla prouzrokovati porezotinu. Kut sjedala, s obzirom na horizontalu, trebao bi biti između 0 i 12 stupnjeva (sa prednjom stranom sjedala višom nego zadnjom stranom sjedala). Sjedalo mora biti ujednačeno sa strana. Veličina sjedala trebala bi odgovarati tjelesnim veličinama. Sjedala s remenjem trebala bi biti napravljena od materijala koji se ne rastežu nakon nekog vremena zbog težine korisnika.

Neadekvatan jastuk je jedna od komponenti koja uzrokuje rane od pritiska, ozbiljne ozljede ili preuranjenu smrt. Jastuci se upotrebljavaju zbog udobnosti, olakšavanja pritiska i zbog posturalne potpore. Jastuk pomaže da se kolica upotrebljavaju duže vrijeme.

Stoga se pri izradi i konstruiranju jastuka mora paziti na sljedeće:

- Jastuk bi se trebao moći skinuti s kolica.

- Trebao bi biti lako održavajući, odnosno od materijala koji se lako peru sa sapunom i vodom.
- Jastuk mora biti veličine koja odgovara osnovici sjedala.
- Mjesto predviđeno za jastuk na kolicima mora biti označeno radi pravilne upotrebe.
- Trebaju biti jasno istaknute informacije koje se odnose na upotrebu jastuka, njegovo održavanje, pospremanje i sl.

Preporuča se da se kolica i jastuci za kolica procjenjuju na temelju mjerenja posturalne i potpore za sjedenje, a rezultati tih mjerenja moraju biti dostupni korisnicima i dobavljačima. Područja na kojima kolica i jastuci moraju biti ocijenjeni su sjedeće dimenzije, prilagodljivost, i tip i karakteristike jastuka. Dimenzije sjedala i jastuka određene su u ISO standardima 7176-7 i 16840-2. [12]

4.1.3. Naslon za leđa

Naslon za leđa osigurava pravilnu potporu za tijelo. Može biti fiksne visine ili prilagodljive, odnosno izrađen po mjeri korisnika. Neki korisnici zahtijevaju više potpore na naslonu od drugih. Za neke, visoki naslon može smanjiti njihovu mogućnost da se sami kreću, odnosno okreću kotače. Nasloni za leđa mogu biti skidajući ili fiksni sa pjenastim punjenjem i presvlakom.

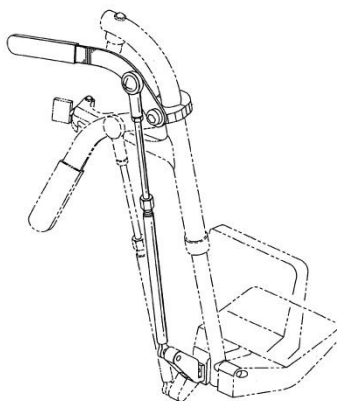
Kut između sjedala i naslona trebao bi optimalno biti između 80 i 100 stupnjeva, no zbog različitih potreba poželjno je da je kut naslona prilagodljiv. Naslon bi trebao pratiti prirodnu liniju kralježnice i omogućavati pravilno držanje tijela. [12]

4.1.4. Oslonac za noge

Oslonac za stopala pruža korisnicima potporu za njihova stopala i noge. Ovakav oslonac mora biti prilagođen individualno svakom korisniku. Ispravno prilagođen, oslonac smanjuje pritisak na korisnikovo sjedalo i postavlja korisnika u zdravu sjedeću poziciju. Oslonci također mogu imati i kopče ili remene koji pridržavaju stopalo i sprečavaju njegovo klizanje sa oslonca.

Oslonac mora biti dovoljno dugačak i širok kako bi podupirao stopalo, ali istovremeno ne bi trebao stvarati probleme prilikom sklapanja ili kretanja. Treba biti osigurano i dovoljno

raščišćenog prostora kako bi se spriječilo da oslonac udara o prepreke ili da pokupi neki objekt na tlu te izazove prevrtanje kolica. Visina oslonca bi trebala biti prilagodljiva. [12]



Slika 21. Oslonac za noge [13]

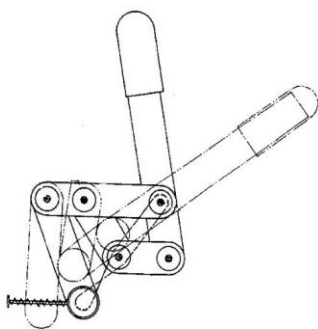
4.1.5. Rukohvati

Rukohvati kod standardnih ručnih kolica namijenjeni su samo za privremenu potporu držanja tijela. Ipak, ako su rukohvati potrebni, ostali potporni elementi bi trebale omogućiti slobodne ruke za aktivnosti.

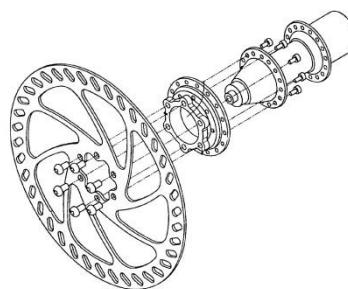
Mnogim korisnicima je prijenos iz kolica i na kolica lakši ukoliko su rukohvati nisko profilni ili su pomični (na stranu ili unatrag). Drugim riječima, rukohvati bi trebali biti pomični, sklapajući ili niskoprofilni zbog lakšeg prijenosa na i sa kolica. [12]

4.1.6. Kočnice

Kočnice su neizostavna komponenta svakih invalidskih kolica, koja omogućava kolicima da ostanu zaključana na jednom mjestu, kako bi se spriječila neželjena kretanja i klizanja kolica. Kočnica se sastoji od potisne poluge i sigurnosne kvake koja se ručno otpušta. Postoji mnogo tipova kočnica, koje mogu biti smještene na razne dijelove kolica. Svaka kočnica, bez obzira na tip, smještena je na okviru kolica i proteže se na kotače, a radi na jednom od principa mehaničkog zaključavanja polugom. Također postoje i disk kočnice, koje rade na sličnom principu kao i na biciklu. [12]



Slika 23. Ručna kočnica [14]



Slika 22. Disk kočnica [15]

Kotači

Standardna kolica imaju dva stražnja, velika kotača i dva prednja, mala kotača. Kotači su glavni pokretalački element koji invalidska kolica i čine pomagalom za kretanje. Oni osim kretanja, moraju omogućavati i stabilnost kolica, no i to zavisi od terena po kojem se kolica kreću. Stoga je za neravne terene i tla poput blata, pijeska i vlage, potrebno dizajnirati kotače koji će odolijevati takvim izazovima, odnosno prilagoditi i vrstu gume takvim terenima. Gume mogu biti pneumatske, polupneumatske i od čvrste gume.

Osim kolica s osloncem na četiri kotača, postoji i triangularni oblik kolica s tri kotača, gdje treći kotač može biti smješten na stražnjoj strani kolica pojačavajući njihovu stražnju stabilnost, ili na prednjoj strani kolica, pojačavajući njihovu prednju stabilnost. Postojanje triju glavnih kotača ne izuzima uvijek postojanje prednjih manjih kotača, koji dobivaju ulogu sklopivih pomoćnih kotača.

Na velikim kotačima uglavnom je smješten prsten za odgurivanje, odnosno kretanje. Neki od metala od kojih su kolica izrađena, znaju ostavljati i crne tragove na dlanovima, kao što je često slučaj sa aluminijskom konstrukcijom. Općenito, stražnji kotači bi trebali biti u položaju koji korisniku dopuštaju što veći potisak i sigurnu uravnoteženost prilikom balansiranja u skladu s njegovim ili njezinim vještinama i mogućnostima. Stražnji kotač dakle ne smije smetati korisniku za potisak i mora mu osigurati stabilnost. [12]

4.2. Performanse kolica

Pod funkcionalnom performansom misli se na to kako se kolica ponašaju zavisno od korisnika i u različitim okruženjima. Funkcionalna performansa kolica je određena njihovim dizajnom i značajkama. Jedna od takvih značajki je i stabilnost.

Stabilnost kolica utječe na to koliko su kolica sigurna i koliko dobro korisnik može podnijeti razne aktivnosti u njima. Pri stabilnosti kolica na umu treba imati nekoliko vrsta stabilnosti.

Statička stabilnost odnosi se na stabilnost kolica u stanju mirovanja. Ta stabilnost određuje hoće li se kolica prevrnuti kad se korisnik primjerice sagne da nešto pokupi s tla.

Dinamička stabilnost odnosi se na stabilnost kolica u pokretu. Ta stabilnost određuje može li se korisnik voziti preko neravnina ili kosih površina bez prevrtanja. Značajke dizajna koje su upotrebljene da povećaju stabilnost kolica imaju sekundarni učinak na druge karakteristike funkcionalnih performansi.

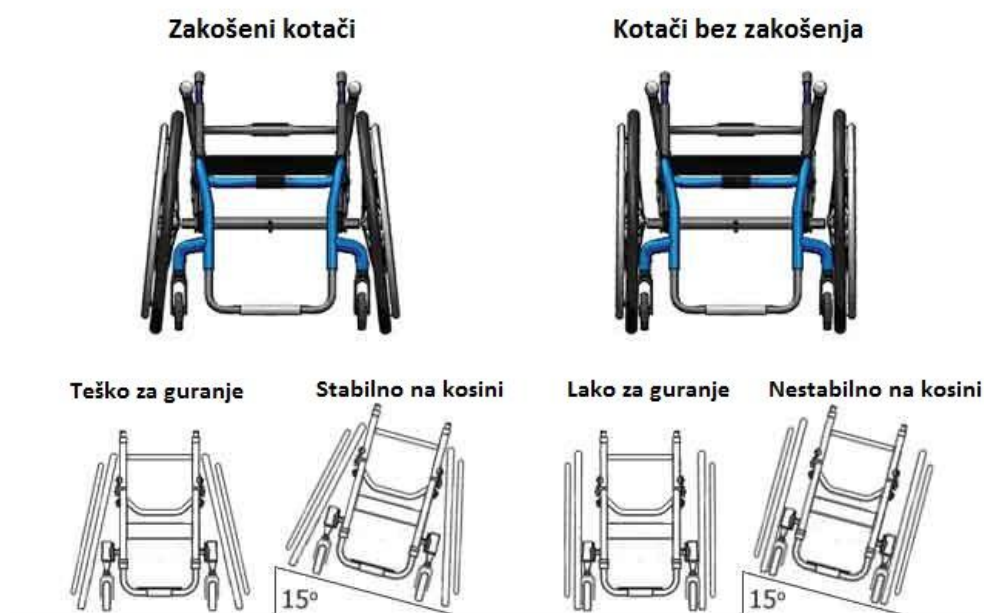


Slika 24. Pomoćni kotači [12]

Stražnja stabilnost (otpornost prevrtanju unatrag) stabilnost je koja ovisi o poziciji stražnje osi u odnosu na korisnikov centar teže. Stražnju stabilnost povećavaju pomoćni kotači smješteni na stražnjoj strani kolica.

Prednja stabilnost je stabilnost na koju utječe veličina i položaj prednjeg pomoćnog kotača u odnosu na korisnikov centar teže.

Na **bočnu stabilnost** utječe širina kolica. Što više od bokova kolica prednji i stražnji kotač dotiču tlo, to će kolica biti otpornija prevrtanju u stranu. Ipak, preširoka kolica teže prolaze kroz uže prolaze. Zakošeni kotači, ukoliko su ugrađeni, povećavaju širinu kolica.



Slika 25. Prikaz utjecaja zakošenih kotača na stabilnost [12]

Jedna od značajki funkcionalnih performansi je i sposobnost upravljanja kolicima okolo prepreka, a određena je korisnikovom mogućnošću da manevrira u skućenim prostorima. Sposobnošću kretanja kroz uske prolaze kao performansom kolica smatra se najuži prostor kroz koji kolica mogu proći, što je određeno njihovom širinom, te se mogućnost kolica da prolaze kroz uže prolaze postiže konstruiranjem užih kolica.

Jedan od bitnih kriterija pri izradi kolica je i kriterij koji govori koliko blizu korisnik može pristupiti površinama i predmetima a da se ne prevrne, a određen je time koliko se kolica od sjedala protežu prema naprijed i sa strana.

Zavlačenje pod površine kao što je sposobnost korisnika da se kolicima zavuče pod stol, određeno je visinom korisnikovih koljena (dužina potkoljenice zbrojena s minimumom sigurnosne visine noge od tla). Neki tipovi rukohvata također spriječavaju korisnika od podvlačenja pod stolove.

Sposobnost zakretanja u skućenim prostorima odnosi se na to koliko kolica imaju mogućnost okretanja, što je određeno mjerom najveće dijagonale kolica.

Sposobnost upravljanja preko prepreka određena je korisnikovom mogućnošću da savlada prepreke poput mekanog tla ili poput uzdignutih prepreka.

Upravljanje preko mekanog tla kao što je blato, pijesak, snijeg, trava, ovisi o području kontakta kolica s tlom i o iznosu težine na kolicima.

Upravljanje preko uzdignutih površina kao što su neravnine, izbočine ili kamenje, ovisi o mnogo faktora. Veličina pomoćnog kotača, udaljenost pomoćnog kotača od korisnikovog centra teže, okretnost pomoćnog kotača, sve to ima važan utjecaj.

Učinkovitost guranja povezana je s iznosom energije potrebne korisniku da gura kolica preko zadane udaljenosti. Laganija kolica su obično lakša za guranje, ali postoji mnogo faktora i značajki koje određuju koliko će teška ili lagana biti kolica za guranje.

Sposobnost prijenosa iz i na kolica ovisi o načinu prijenosa koji je najlakši za korisnika. Npr. za one koji koriste bočni prijenos, potrebno je dovoljno prostora na krajevima sjedala kako bi mogli pomaknuti tijelo pokraj rukohvata. Pomični rukohvati su prednost kod prijenosa, ali mogu biti i nedostatak jer se lako gube i lome.

Prijevoz kolica na duge udaljenosti, kao npr. busom, taksijem ili vlakom, podrazumijeva razmišljanja o veličini i dizajnu kolica, kao i materijalima upotrebljenim u njihovoj konstrukciji. Težina je krucijalni faktor pri prijevozu, a određena je tipom komponenti koje su upotrebljene za izradu kolica, odnosno o materijalu komponenti. Za prijevoz kolica drugim prometnim sredstvima vrlo su praktična sklopiva kolica. Iako su takva kolica lakša za podizanje i prijevoz, na taj način pomični dijelovi lakše gube i lome.

Pouzdanost kolica kao jedan od kriterija prilikom konstruiranja, određena je njihovom izdržljivošću i vijekom trajanja. Načini na koje se pouzdanost kolica može poboljšati su:

- bolji materijali i tehnologije unutar troškova
- manje pomičnih elemenata
- fiksni, nesklapajući dijelovi na mjestima gdje nisu potrebni
- upotreba dijelova koji se mogu lako popraviti
- redoviti popravak, servis i održavanje
- korisnikovo znanje o proizvodu i njegovom korištenju, brizi i održavanju

Preporučuje se da se procjena kolica izvrši na temelju mjerenja funkcionalnih preformansa i da rezultati budu dostupni korisnicima i dobavljačima. Područja funkcionalnih performansa na kojima kolica trebaju biti procijenjena su:

- statička stabilnost
- dinamička stabilnost
- otpornost na prevrtanje
- mogućnost popravka komponenti
- ukupne dimenzije, težina i okretni prostor

Sva ta područja (statička stabilnost, dinamička stabilnost, ukupne dimenzije, težina i okretni prostor) pokrivena su ISO standardima 7176-1, 7176-5 i 7176-7. [12]

4.3. Trajnost i izdržljivost kolica

Procjena trajnosti i izdržljivosti kolica korisna je za sve, od korisnika, preko konstruktora, inženjera, proizvođača, pa sve do dobavljača.

Pri trajnosti kolica treba sagledati svaku njihovu komponentu i promišljati o njihovoj funkcionalnosti, ergonomičnosti, ali i ekonomičnosti.

Primjerice kod rukohvata mora se razmišljati da budu napravljeni tako da nije potrebno previše sile da se pomaknu i da se ne slome pod težinom korisnika. Naslon za leđa ne smije se slomiti prilikom prijenosa ili vožnje po neravnom terenu. Kočnice trebaju zaustaviti kolica od klizanja i prevrtanja i ne smiju se otpustiti same od sebe prilikom vožnje.

Općenito, na umu moramo imati da površine ne smiju imati oštre rubove, kolica ne smiju biti napravljena od lako zapaljivih materijala, moraju biti opremljena reflektirajućim naljepnicama naprijed i nazad (za povećanu sigurnost na putu), ne smiju se slomiti ukoliko prilikom prijevoza padnu na tlo.

Statička snaga, otpornost na udarce, trajnost i učinkovitost kočnica definirani su i standardizirani u ISO standardima 7176-8, 7176-3 i 7176-16.

Kako bi se kolica što bolje testirala prije samog lansiranja na tržište, potrebno je provesti niz testova, bilo da se simulira određene uvjete, ili ih se da korisnicima na probu. Tek nakon što su kolica odobrena nakon testnih vožnji, kreću u proizvodnju. No, testiranje

proizvoda ni tu ne prestaje, nego ga se i nakon lansiranja prati određeno, duže vrijeme. Npr. korisnike se kontaktira nakon pola godine, godine i zamoli ih se povratna informacija o eventualnim nedostacima i prednostima. Na taj način razvoj proizvoda i njegovo poboljšanje ne prestaju njegovim puštanjem u proizvodnju, nego razvoj proizvoda traje i dalje. [12]

5. GENERIRANJE KONCEPTA

5.1. Funkcijsko modeliranje proizvoda

Generiranje koncepta radi se prema izrađenoj funkcijskoj strukturi i morfološkoj matrici istog. Funkcijska struktura radi se na temelju ciljanih karakteristika i željenih zahtjeva ciljane grupe korisnika. Funkcije se mogu prikazati u obliku funkcijske liste, funkcijskog stabla i funkcijske mreže. U ovom slučaju korištena je funkcijska lista.



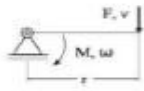






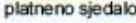

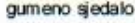

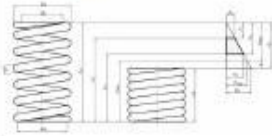

Funkcije terenskih invalidskih kolica:

- omogućiti kretanje po neravnim terenima
- omogućiti stabilnost
- omogućiti udobnost
- omogućiti transportabilnost
- omogućiti zaustavljanje
- spriječiti vibracije
- omogućiti trajnost i izdržljivost
- omogućiti sigurnost

5.2. Morfološka matrica

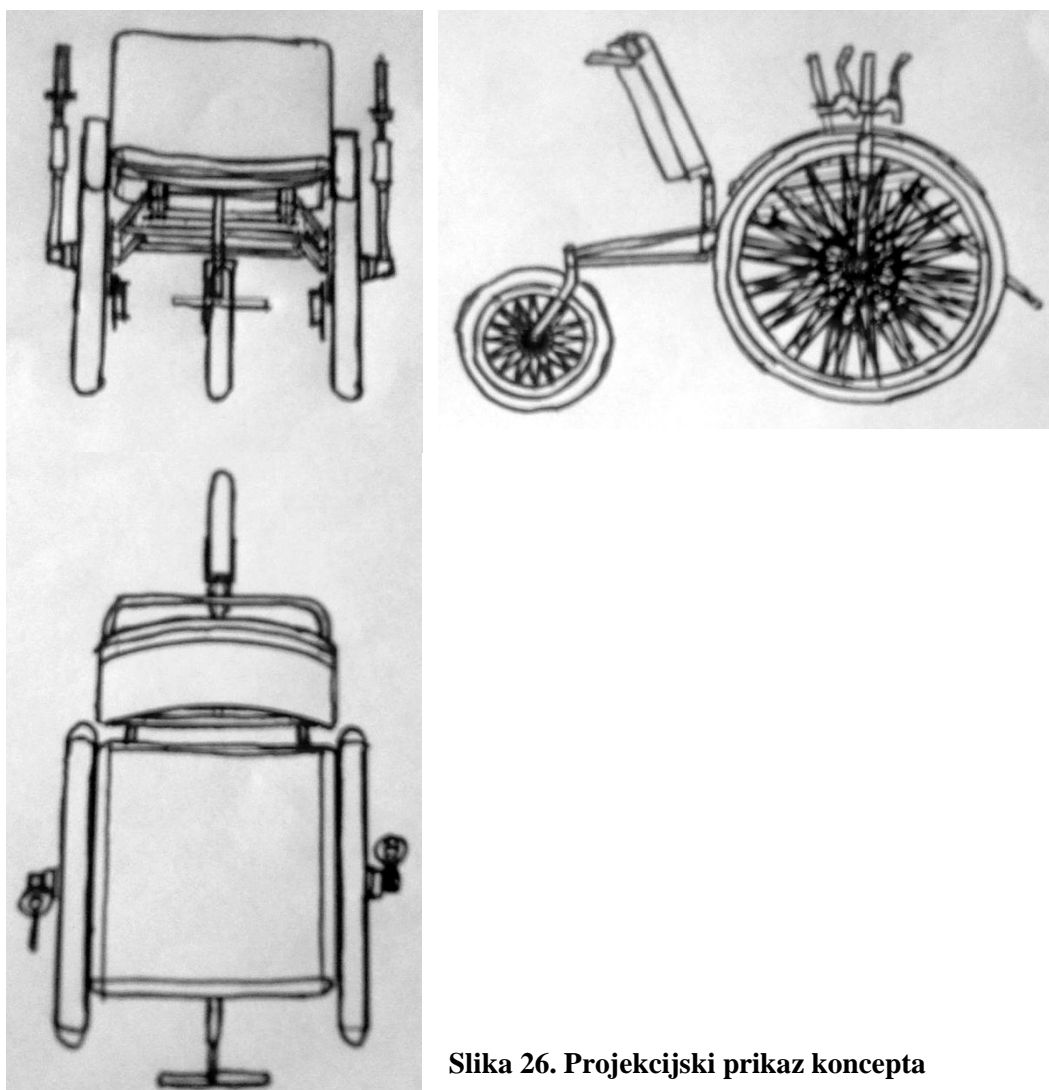
Morfološka matrica radi se na temelju navedenih funkcija. Iz morfološke se matrice za generiranje koncepta za svaku funkciju odabire jedno rješenje.

Tablica 9. Morfološka matrica

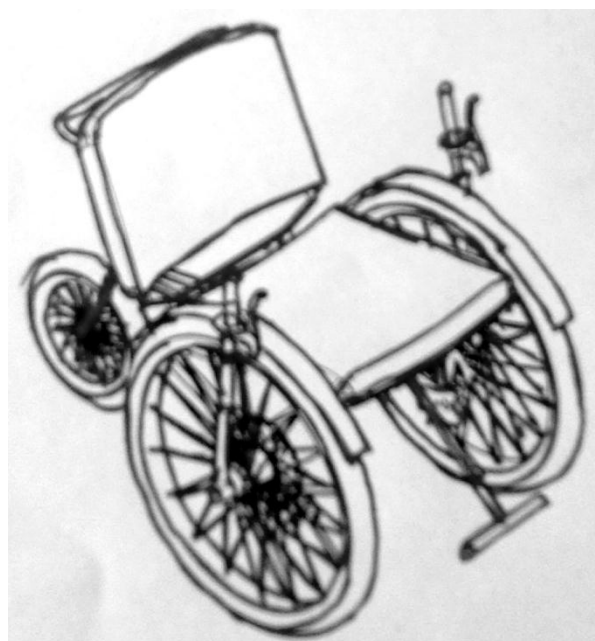
R.B.	FUNKCIJE	PRINCIPI		
		ljuska snaga	električna energija	elektromotor
1.	pretvorba energije			
2.	gibanje omogućiti	 kotač	 gusjenice	
3.	silu prenositi/ povećati	 poluga r : krak poluge $M = F \cdot r$; $v = \omega \cdot r$	 reduktor	 pneumatski/ hidraulični cilindar  vreteno
4.	povećanje stabilnosti	 zakošeni kotači	veći osni razmak	 pomoćni kotači
5.	zaustavljanje omogućiti	 polužna kočnica	bubanj kočnica	 hidraulične disk kočnice
6.	udobnost omogućiti	 platneno sjedalo	 sjedalo punjeno memory pjenom s platnenom presvlakom	 gumeno sjedalo
7.	transportabilnost omogućiti	 sklapanje kolica	 rastavljanje dijelova kolica	
8.	vibracije ublažiti	 opruga	 gumena obloga	 amortizer

5.3. Koncept

Koncept nastao na temelju funkcijske liste i morfološke matrice prikazan je na slici 26. Koncipiran je kao terenska invalidska kolica na tri kotača (jedan stražnji i dva pogonprednja) koja se pogone preko mehanizma za kretanje koji se sastoji od dvije poluge i samog mehanizma spojenog s prednjim kotačima. Mehanizam olakšava kretanje, tj. smanjuje potrebnu snagu za kretanje po neravnim terenima. Kolica su jednostavne konstrukcije koja se sastoji od čvrstog okvira na koji dolazi fiksno sjedalo i naslon te oslonac za noge. Kotači i gume su odabrani tako da zadovoljavaju terenskim uvjetima. Iznad prednjih kotača ugrađeni su blatobrani koji štite od skakanje prljavštine, blata, prašine. Za zaustavljanje, tj. kočenje odabrane su disk kočnice.



Slika 26. Projekcijski prikaz koncepta



Slika 27. Izometrijski prikaz kocepta

6. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA

Konstrukcija razrada podrazumijeva razradu koncepta uz uporabu standardnih dijelova i sklopova, te potrebne proračune nestandardnih dijelova. Također, posebnu pažnju potrebno je obratiti na ergonomske karakteristike, transportabilnost i stabilnost kolica te sigurnost korisnika pri korištenju kolica. Budući da bi konstrukcijska razrada koja bi obuhvaćala sve gore navedeno bila veoma opsežna i kompleksna odlučeno je pojednostavljenje iste. U razradi su zanemareni proračuni pojedinih nestandardnih dijelova te proračuni konstrukcije. No to se može obraditi u zasebnom radu, koji bi bio nastavak na ovaj. Razređeno je s konceptne razine kao dobra podloga za detaljnu konstrukcijsku razradu koja bi uključivala proračune stabilnosti, čvrstoće, krutosti konstrukcije računalnim softverskim alatima i metodama kao što je npr. Metoda konačnih elementa.

6.1. Odabir standardnih dijelova

Nakon izrade koncepta slijedi konstrukcijska razrada. Odabirom standardnih dijelova smanjuju se troškovi izrade i pojednostavljuje konstrukciju proizvoda. Također, ukoliko dođe do kvara, pucanja ili loma standardnog dijela moguće je doći do novog zamjenskog dijela.

Prednji i stražnji kotači- odabrani prema [16]

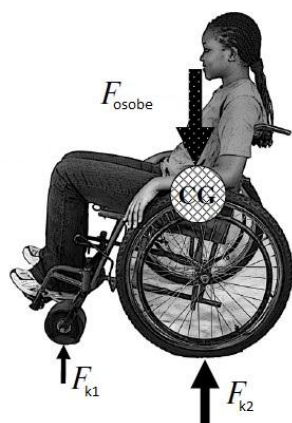
Šipke, cijevi i profili- odabrane prema [20]

Ležajevi- odabrani prema [18]

Disk kočnice- odabrane prema [19]

6.2. Proračun

6.2.1. Moment i sile u kotačima



Jednostavnim proračunom, sumom sila i sumom momenta, dobijemo iznos sila u prednjim i stražnjim kotačima.

Slika 28. Raspodjela sila

$$F_0 := 1100 \text{ N} \quad - \text{ opterećenje}$$

$$a := 26 \text{ mm} \quad - \text{ duljina od središta prednjih kotača do djelovanja opterećenja}$$

$$b := 678 \text{ mm} \quad - \text{ duljina od središta prednjih kotača do središta stražnjeg kotača}$$

$$F_{k2} := \frac{F_0 \cdot a}{b} = 42 \text{ N} \quad - \text{ sila u stražnjem kotaču}$$

$$F_{k1} := \frac{F_0 - F_{k2}}{2} = 529 \text{ N} \quad - \text{ sila u prednjem kotaču}$$

6.2.2. Moment i sile u osovini

Istim načinom, sumom momenta i sila, dobiven je moment koji djeluje u osovini. Vertikalna i horizontalna sila su jednake, iznosa opterećenja.

$$F_{ov} := F_0 = 1100 \text{ N} \quad - \text{ vertikalna sila}$$

$$F_{oh} := F_0 = 1100 \text{ N} \quad - \text{ horizontalna sila}$$

$$L_o := 0.135 \text{ m} \quad - \text{ duljina osovina}$$

$$R_o := 0.305 \text{ m} \quad - \text{ radijus kotača na kojem djeluje moment}$$

$$M_o := F_0 \cdot (R_o - L_o) = 187 \text{ Nm} \quad - \text{ moment}$$

6.2.3. Odabir ležaja

$$F_R := F_0 = 1100 \text{ N} \quad - \text{ sila u osovini}$$

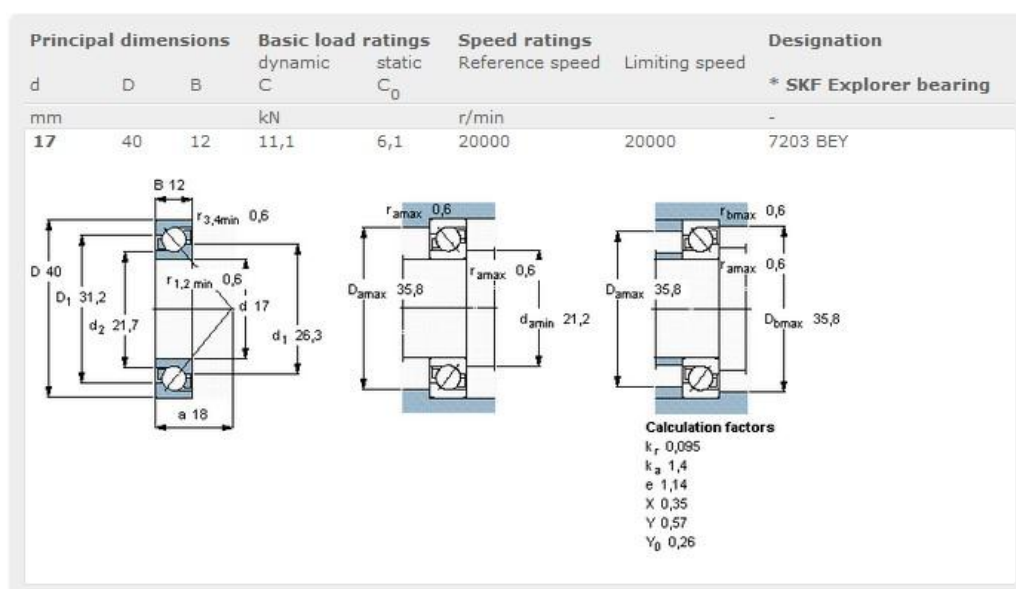
$$L_h := 15000 \text{ h} \quad - \text{ vijek trajanja ležaja}$$

$$C = P \frac{f_L}{f_n \times f_t}$$

$$f_L = \sqrt[10]{\frac{L_h}{500}} = \sqrt[10]{\frac{15000}{500}} = 2.78$$

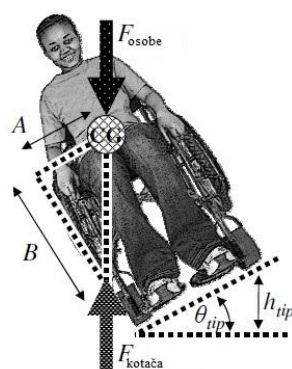
$$f_n = \sqrt[10]{\frac{33.33}{n}} = \sqrt[10]{\frac{33.33}{60}} = 0.838$$

$$C = 1100 \frac{2.78}{0.838 \times 1} = 3649 \text{ N}$$



Slika 29. Dimenzije ležaja

6.2.4. Kut i visina prevrtanja



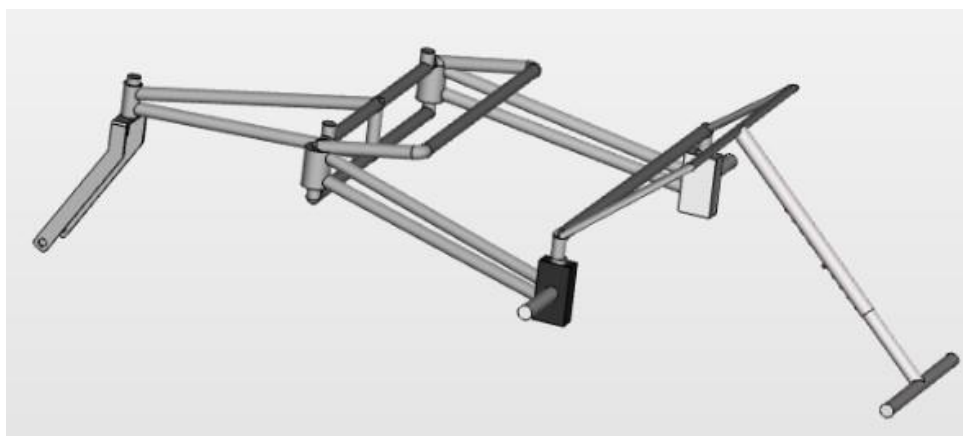
$$\tan \theta_{ip} = \frac{A}{B} \Rightarrow \theta_{ip} = \arctan\left(\frac{A}{B}\right) = 22^\circ$$

A/B	θ_{ip}	h_{ip}
0.4	21°	18cm

Slika 30. Kut i visina pretvrtanja

6.3. Konstrukcija okvira invalidskih kolica

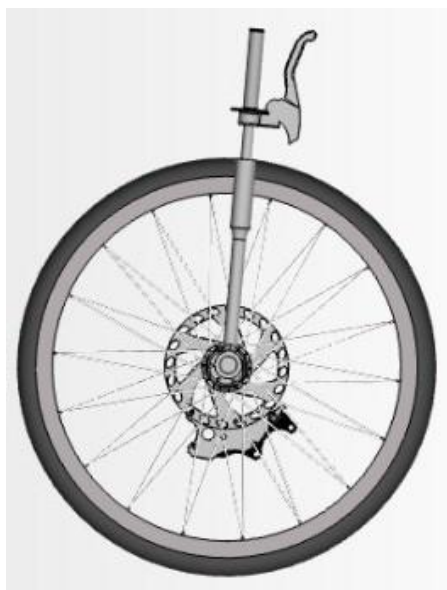
Okvir je jednostavne konstrukcije „Y“ oblika. Aluminijske šipke, cijevi i profili su zavareni te tako tvore čvrsti okvir.



Slika 31. Okvir invalidskih kolica

6.4. Polužni mehanizam za kretanje

Polužni sistem značajno olakšava kretanje po neravnim terenima. Također, smanjuje snagu potrebnu za kretanje.





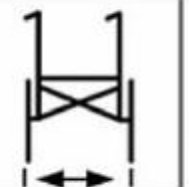


Slika 32. Polužni mehanizam za kretanje






6.5. Konačno rješenje terenskih invalidskih kolica



Slika 33. Konačno rješenje

Tablica 10. Specifikacije terenskih kolica

Visina kolica	Duljina kolica	Širina kolica	Duljina sjedala	Širina sjedala
				
838mm	1203mm	607mm	480mm	480mm

Visina sjedala	Prednji kotači	Stražnji kotač	Masa kolica	Nosivost kolica
				
561mm	22x2,125"	10x2,125"	14kg	110kg

7. ZAKLJUČAK

Kao što sam spomenuo na samom početku ovoga rada, invalidnost je danas bitno olakšana zahvaljući tehnološkim dostignućima i inovacijama, što dovodi do uključivanja invalidnih osoba u aktivniji život. Istraživanjem ove tematike, sagledavajući je sa stajališta hrvatskih i svjetskih prilika, lako se dolazi do zaključka da je potreba za terenskim invalidskim kolicima sve izraženija. No, tržište ovakvih vrsta kolica nedovoljno je razvijeno, što je često slučaj u manjim zemljama kao što je Hrvatska. Konretan problem Hrvatske je nepostojanje domaćih proizvodnih tvrtki, što je čini isključivo zastupničkim predstavnikom u ovom području. S ovim radom predložio sam moguće rješenje za konretan tip kolica kojim bi se omogućilo kretanje i olakšavanje aktivnosti invalida izvan izgrađenih terena i raščišćenih područja.

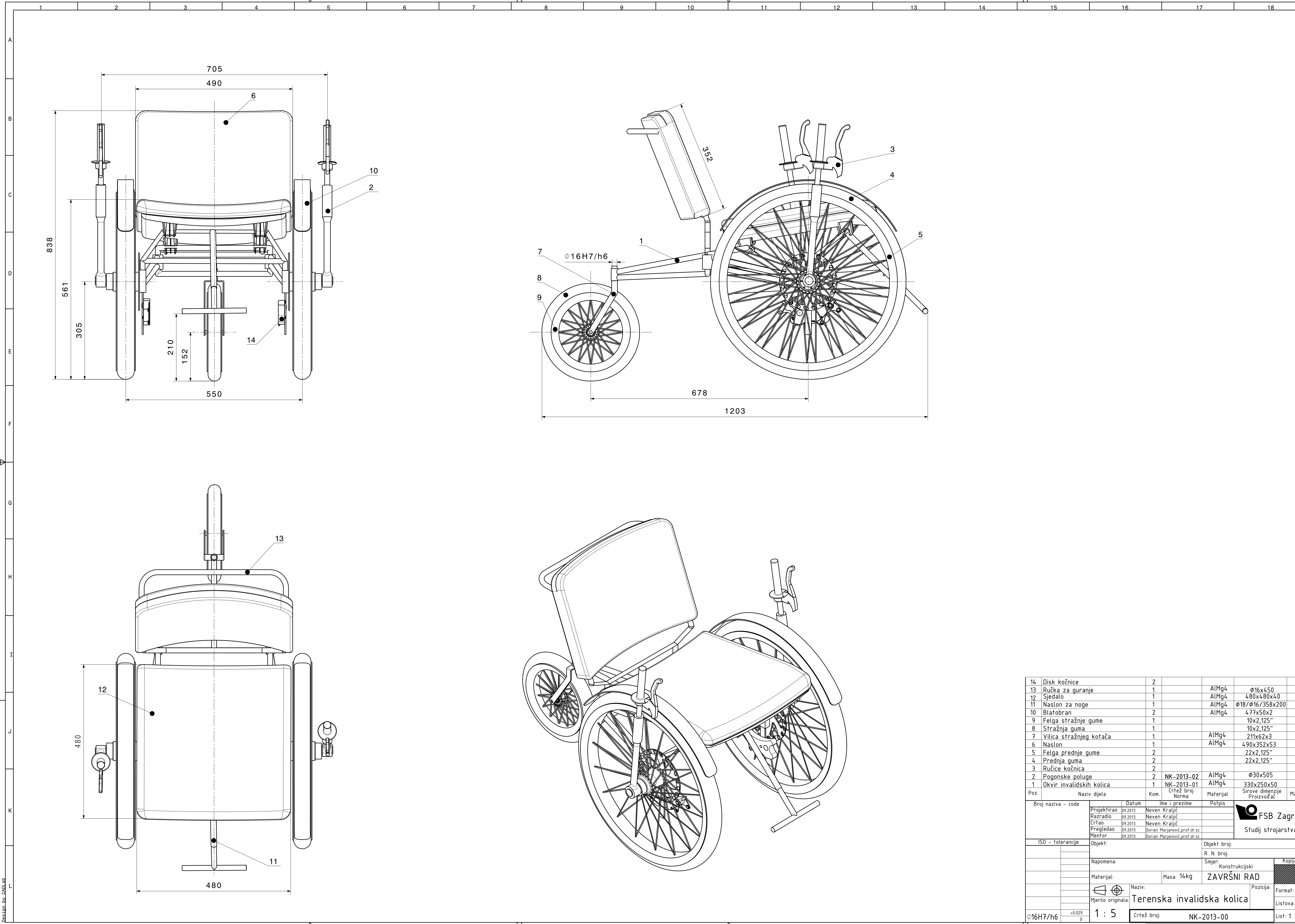
Vjerujem da bi se otvaranjem barem jedne tvrtke koja bi se bavila proizvodnjom domaćih invalidskih kolica, između ostalog i terenskih, otvorile nove šanse za svjetliju budućnost proizvodnog sektora.

LITERATURA

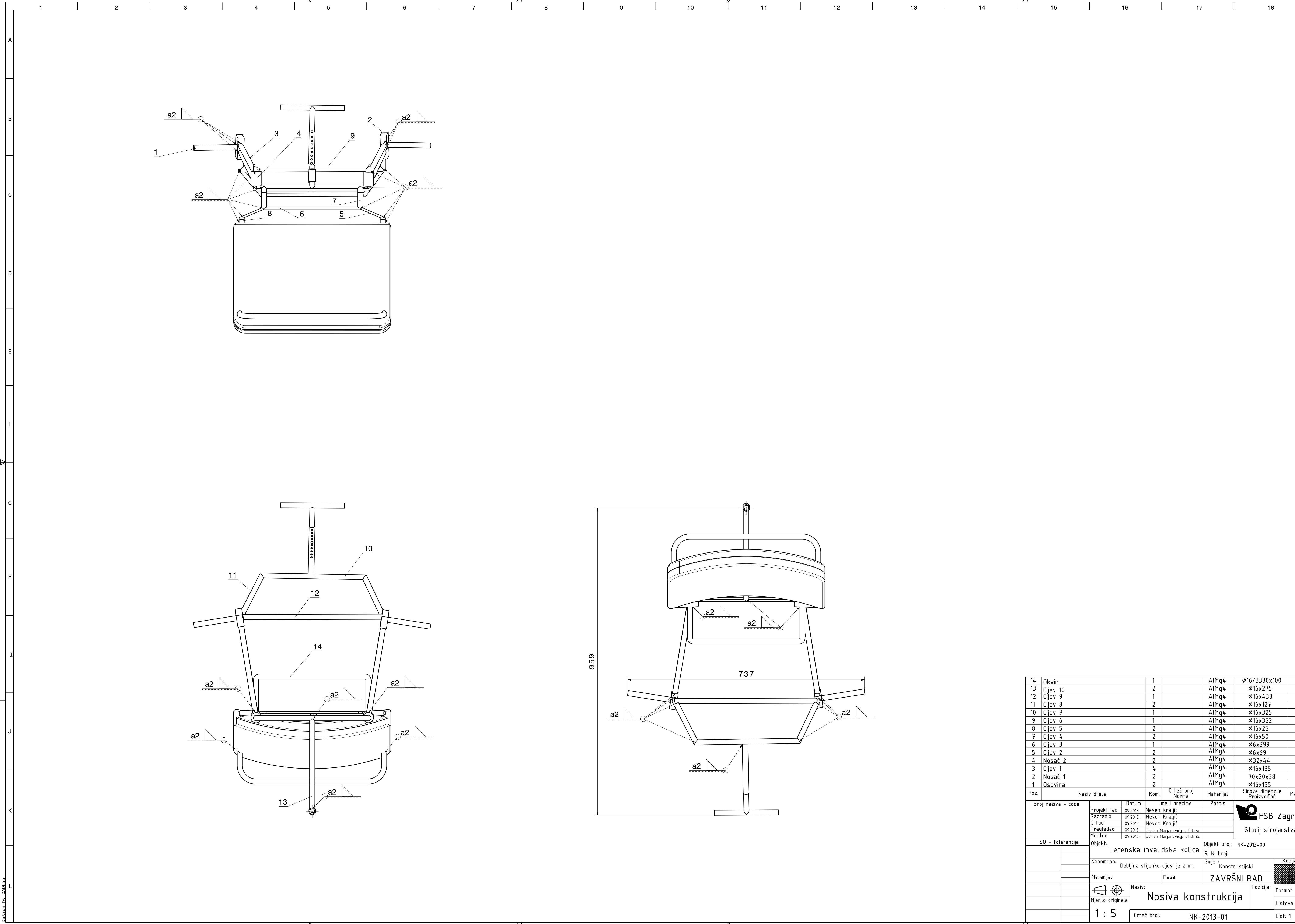
- [1] <http://www.ottobock.hr/ortopedska-pomagala/reha-mobilnost/aktivna-invalidska-kolica/259> (pristup 26. 07. 2013.)
- [2] <http://www.ottobock.hr/ortopedska-pomagala/reha-mobilnost/aktivna-invalidska-kolica/281> (pristup 26. 07. 2013.)
- [3] <http://www.famax.hr/pomagala-za-kretanje/invalidska-kolica/aktivna-invalidska-kolica/zx1-1-360/> (pristup 26.07.2013.)
- [4] <http://www.famax.hr/pomagala-za-kretanje/invalidska-kolica/aktivna-invalidska-kolica/xr-1-911/> (pristup 26. 07. 2013.)
- [5] http://www.proactiv-gmbh.com/sportswheelchair_speedy4basket.html (pristup 28. 07. 2013.)
- [6] http://www.proactiv-gmbh.com/folding-frame-wheelchair_traveler.html (pristup 28. 07. 2013.)
- [7] <http://www.trekinetic.com/K2.php> (pristup 01. 08. 2013.)
- [8] <http://www.trekinetic.com/GT3.php> (pristup 01. 08. 2013.)
- [9] <http://www.google.com/patents/US7934740> (pristup 10. 08. 2013.)
- [10] <http://www.freepatentsonline.com/y2013/0187355.html> (pristup 10. 08. 2013.)
- [11] <http://www.freepatentsonline.com/y2006/0181051.html> (pristup 10. 08. 2013.)
- [12] <http://www.streetsie.com/manual-wheelchair-design-production/> (15. 08. 2013.)
- [13] <http://www.freepatentsonline.com/6880845.html> (pristup 15. 08. 2013.)
- [14] <http://helix.gatech.edu/Classes/ME4182/1999Q2/Webs/SpeedyGroup/eric/brake.html> (pristup 15. 08. 2013.)
- [15] <http://www.freepatentsonline.com/6880897.html> (pristup 15.08, 2013.)
- [16] www.wheelchairparts.net (pristup 19.08. 2013.)
- [17] <http://www.strojopromet.com/> (pristup 19. 08. 2013)
- [18] <http://www.ocelco.com/store/pc/Wheelchair-Bearings-c240.htm> (pristup 19. 08. 2013)
- [19] <http://adirides.com/disc-brake-systems/> (pristup 19. 08. 2013)
- [20] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [21] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [22] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003

PRILOZI

I. Tehnička dokumentacija



14	Disk kočnice	2				
13	Ručka za guranje	1		AlMg4	Ø16x450	
12	Sjedalo	1		AlMg4	480x480x40	
11	Naslon za noge	1		AlMg4	Ø18/Ø16/358x200	
10	Blatobran	2		AlMg4	477x50x2	
9	Felga stražnje gume	1			10x2,125"	
8	Stražnja guma	1			10x2,125"	
7	Vilica stražnjeg kotača	1		AlMg4	211x62x3	
6	Naslon	1		AlMg4	490x352x53	
5	Felga prednje gume	2			22x2,125"	
4	Prednja guma	2			22x2,125"	
3	Ručice kočnica	2				
2	Pogonske poluge	2	NK-2013-02	AlMg4	Ø30x505	
1	Okvir invalidskih kolica	1	NK-2013-01	AlMg4	330x250x50	
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj	Materijal	Sirove dimenzije	Masa
			Norma		Proizvođač	
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 Studij strojarstva	
Projektirao		09.2013.	Neven Kraljić			
Razradio		09.2013.	Neven Kraljić			
Crtao		09.2013.	Neven Kraljić			
Pregledao		09.2013.	Dorian Marjanović, prof. dr. sc.			
Mentor		09.2013.	Dorian Marjanović, prof. dr. sc.			
ISO - tolerancije		Objekt:	Objekt broj:			
			R. N. broj:			
		Napomena:	Smjer:		Kopija	
		Materijal:	Masa: 14 kg	ZAVRŠNI RAD		
		 Naziv:	Terenska invalidska kolica		Pozicija:	Format: A1
		Mjerilo originala:	1 : 5		Listova:	
		Crtež broj:	NK-2013-00		List: 1	



14	Okvir	1		AlMg4	Ø16/3330x100	
13	Cijev 10	2		AlMg4	Ø16x275	
12	Cijev 9	1		AlMg4	Ø16x433	
11	Cijev 8	2		AlMg4	Ø16x127	
10	Cijev 7	1		AlMg4	Ø16x325	
9	Cijev 6	1		AlMg4	Ø16x352	
8	Cijev 5	2		AlMg4	Ø16x26	
7	Cijev 4	2		AlMg4	Ø16x50	
6	Cijev 3	1		AlMg4	Ø6x399	
5	Cijev 2	2		AlMg4	Ø6x69	
4	Nosač 2	2		AlMg4	Ø32x44	
3	Cijev 1	4		AlMg4	Ø16x135	
2	Nosač 1	2		AlMg4	70x20x38	
1	Osovina	2		AlMg4	Ø16x135	
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime		Potpis	<div>FSB Zagreb</div> <div>Studij strojarstva</div>
Projektirao		09.2013.	Neven Kraljić			
Razradio		09.2013.	Neven Kraljić			
Crtao		09.2013.	Neven Kraljić			
Pregledao		09.2013.	Dorian Marjanović, prof. dr. sc.			
Mentor		09.2013.	Dorian Marjanović, prof. dr. sc.			
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj: NK-2013-00		
		Terenska invalidska kolica		R. N. broj:		
		Napomena: Debljina stijenke cijevi je 2mm.		Smjer: Konstrukcijski		
		Materijal:		Masa:		
				ZAVRŠNI RAD		
		Naziv:		Pozicija:		
		Mjerilo originala:		Format: A1		
		1 : 5		Nosiva konstrukcija		
		Crtež broj:		NK-2013-01		
				List: 1		

